

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-334221

(43)Date of publication of application : 04.12.2001

(51)Int.Cl. B08B 3/12  
 B08B 1/04  
 B08B 3/08  
 B08B 7/04  
 H01L 21/304

(21)Application number : 2000-155530

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 26.05.2000

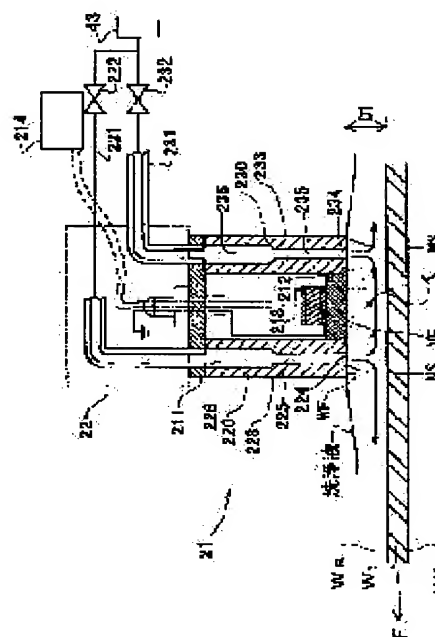
(72)Inventor : HIRAE SADAQ  
 SAKAI TAKAMASA

## (54) SUBSTRATE CLEANING APPARATUS

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a substrate cleaning apparatus which can completely remove fine particles on the surface of the substrate so that the cleaning action for the surface of the substrate can be improved.

**SOLUTION:** An ultrasonic cleaning head 21 is positioned spaced at an interval D1 i.e., a first interval being a processing position, from the upper surface Wa of a substrate W which is rotated about the axis of rotation R of the substrate W. In the head 21, a vibration surface VF provided in a substrate surface WF imparts ultrasonic wave vibration to a cleaning liquid supplied into a gap K from nozzles 220, 230. A vibration element 213 disposed on a vibration plate 212 constituting the surface VF alternates with split electrodes 252a, 252b in a comb-teeth like form, and phase-deviated alternating-current drive signals are applied to the element 213 to generate traveling waves on the surface VF.



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A plane of vibration by which vacates an interval for a substrate which carries out relative displacement, and a placed opposite is carried out to it, and an ultrasonic-cleaning means to have a vibrator which makes said plane of vibration generate supersonic vibration, A substrate cleaning device, wherein it equips an interval of a plane of vibration of said ultrasonic-cleaning means, and a substrate with a fluid supply part which supplies a fluid used for processing of a substrate and said ultrasonic-cleaning means arranges in parallel and has two or more divided electrodes which receive a different alternating current drive signal, respectively in said plane of vibration.

[Claim 2]A substrate cleaning device arranging in parallel and arranging said two or more divided electrodes to a longitudinal direction of a plane of vibration in the substrate cleaning device according to claim 1.

[Claim 3]A substrate rotation means to make a predetermined hand of cut rotate a substrate for said substrate centering on the vertical axis of rotation in the substrate cleaning device according to claim 1 or 2, A substrate cleaning device impressing an alternating current drive signal which shifted a phase sequentially from a divided electrode near the axis of rotation of a substrate among a preparation and said two or more divided electrodes.

[Claim 4]A plane of vibration by which vacates an interval for a substrate which carries out relative displacement, and a placed opposite is carried out to it, and an ultrasonic-cleaning means to have a vibrator which makes said plane of vibration generate supersonic vibration, A substrate cleaning device which equips an interval of a plane of vibration of said ultrasonic-cleaning means, and a substrate with a fluid supply part which supplies a fluid used for processing of a substrate and with which said ultrasonic-cleaning means is characterized for said vibrator by a thing of said plane of vibration which it has at the end on the other hand.

[Claim 5]A substrate cleaning device with which said ultrasonic-cleaning means is characterized for said vibrator by a thing of a longitudinal direction of said plane of vibration arranged at the end on the other hand in the substrate cleaning device according to claim 4.

[Claim 6]A substrate rotation means to make a predetermined hand of cut rotate a substrate for said substrate centering on the vertical axis of rotation in the substrate cleaning device according to claim 4 or 5, A substrate cleaning device, wherein a preparation and said ultrasonic-cleaning means have been arranged in said vibrator at a side close to the axis of rotation of a substrate of said plane of vibration.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the substrate cleaning device and substrate washing method for performing washing processing to various kinds of substrates, such as a semiconductor wafer, a glass substrate for liquid crystal displays, a PDP (plasma display panel) board or a glass substrate for magnetic disks, and a ceramic substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art]The process of repeating and performing processing of membrane formation, etching, etc. on the surface of a semiconductor wafer (only henceforth a "substrate"), and forming the minute pattern is included in the manufacturing process of a semiconductor device. Since it is necessary to keep pure both sides of a substrate, especially the one direction of a substrate (thin coating film forming face) in which a thin film is formed for micro processing, washing processing of a substrate is performed if needed. For example, since abrasive soap (slurry) remains to substrate both sides after carrying out chemical machinery grinding treatment (henceforth CMP treatment) of the thin film formed on the thin coating film forming face of a substrate using abrasive soap, it is necessary to remove this slurry.

[0003]The substrate cleaning device which washes the above conventional substrates, For example, a double-sided washing station which carries out cleaning by scrubbing of both sides of a substrate supplying a penetrant remover to the both sides rotating a substrate, The one direction of a substrate (thin coating film forming face), supplying a penetrant remover to the both sides rotating a substrate Cleaning by scrubbing and an one side washing station to clean ultrasonically, Pure water is supplied and rinsed to the both sides, rotating a substrate, and it consists of rinsing and a dryer which shakes off the moisture of a substrate face and is dried by stopping supply of pure water subsequently and carrying out the high velocity revolution of the substrate.

[0004]Especially, to an above-mentioned one side washing station, in order to remove the particle which mainly adhered to the substrate face, here, The brush washing mechanism which carries out cleaning by scrubbing of the surface of a substrate with a sponge brush, and in order to remove the detailed particle which mainly remains to a substrate face, It has an ultrasonic washing machine style which supplies the penetrant remover in which the ultrasonic wave was given towards the surface of a substrate, and detailed particle, such as garbage which has adhered to the substrate face with these mechanisms, and a slurry, can be removed now.

[0005]And the above-mentioned ultrasonic washing machine style is provided with the ultrasonic nozzle which turns to a substrate face the penetrant remover which gave the ultrasonic wave to the penetrant remover, and in which this ultrasonic wave was given by the diaphragm which carries out supersonic vibration in response to the pulse from an ultrasonic wave oscillator, and carries out the regurgitation.

With the ultrasonic vibration energy which this penetrant remover has, detailed particle secedes from a substrate face and can remove now.

[0006]However, with highly-minute-izing of a thin-film-forming pattern in recent years, removal

of more detailed particle was needed and the problem that it could not respond to removal of this more detailed particle had arisen at ultrasonic washing machine guard of the conventional substrate cleaning device mentioned above. Namely, in the conventional ultrasonic washing machine style, Since distance (henceforth regurgitation distance) to the substrate face to which the penetrant remover in which the ultrasonic wave was actually given is supplied from the delivery tip of an ultrasonic nozzle is enlarged, The ultrasonic vibration energy given to the penetrant remover between this distance declined, and a substrate face was not fully cleaned ultrasonically, but there was a problem that more detailed particle was unremovable.

[0007]The air in the atmosphere mixed in the penetrant remover, and it became air bubbles, and the ultrasonic vibration energy which a penetrant remover has also with these air bubbles declined, and a substrate face was not fully cleaned ultrasonically, but the problem that more detailed particle was unremovable was also between above-mentioned regurgitation distance.

[0008]And the penetrant remover of an always suitable quantity needed to be poured and there was also a problem that especially the amount of penetrant removers also increased.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]To such a situation, in an ultrasonic washing machine style, a penetrant remover is reduced substantially, and JP,11-138116,A is provided as an example of the ultrasonic cleaner in which liquid-shaving-izing is possible. Liquid membrane is made in this conventional ultrasonic cleaner by operation of surface tension between a substrate and a vibrating plate (diaphragm), and the composition which the ultrasonic wave from a vibrating plate is delivered to a substrate via this liquid membrane is indicated. Therefore, an operation of this liquid membrane can wash a substrate and, moreover, the amount of the penetrant remover used can be stopped.

[0010]In the above-mentioned ultrasonic cleaner, as an explanatory view is shown in drawing 7, as for the ultrasonic washing machine style 110, the vibrating plate 120 is formed in a wrap size in the whole substrate W. By this, the liquid membrane between the surfaces of the substrate W which moves in the move direction F is formed, and an ultrasonic wave is transmitted. thus -- without it centralizes an ultrasonic wave -- a large area -- distributed \*\*\*\* -- things are effective in view of damaging the circuit pattern which brings an ultrasonic wave together in one point, and was made by the substrate. However, the problem that it could not respond to removal of more detailed particle had arisen with highly-minute-izing of a thin-film-forming pattern in recent years. That is, it is requested that washing efficiency is raised without centralizing an ultrasonic wave.

[0011]Although improvement in the removal ability of particle is needed when washing the rear face of a substrate especially, if washing of a substrate rear is also put into a view in this way, it will be requested further that washing efficiency is raised.

[0012]When the vibrating plate 120 becomes large, the penetrant remover in a gap with a substrate, The rate of stagnating in the inside increased, as a result, detailed particle, such as garbage and a slurry, remained in the substrate W surface, and it led to the fall of the yield in the manufacturing process of a semiconductor device, and had become a big problem.

[0013]Then, the purpose of this invention solves an above-mentioned technical technical problem, fully removes particle with a detailed substrate face, and there is in providing the substrate cleaning device which can raise the detergency of a substrate face.

[0014]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effect] To achieve the above objects, the plane of vibration by which this invention vacates an interval for the substrate which carries out relative displacement, and a placed opposite is carried out, An ultrasonic-cleaning means to have a vibrator which makes said plane of vibration generate supersonic vibration, Equipping the interval of the plane of vibration of said ultrasonic-cleaning means, and a substrate with the fluid supply part which supplies the fluid used for processing of a substrate, said ultrasonic-cleaning means is a substrate cleaning device arranging in parallel and having two or more divided electrodes which receive a different alternating current drive signal, respectively in said plane of vibration.

[0015]The invention concerning claim 2 arranges in parallel and arranges said two or more

divided electrodes to the longitudinal direction of a plane of vibration in the substrate cleaning device according to claim 1.

[0016]In the substrate cleaning device according to claim 1 or 2 the invention concerning claim 3, It has a substrate rotation means to make a predetermined hand of cut rotate a substrate for said substrate centering on the vertical axis of rotation, and the alternating current drive signal which shifted the phase is impressed sequentially from the divided electrode near the axis of rotation of a substrate among said two or more divided electrodes.

[0017]A plane of vibration by which an invention concerning claim 4 vacates an interval for a substrate which carries out relative displacement, and a placed opposite is carried out, An ultrasonic-cleaning means to have a vibrator which makes said plane of vibration generate supersonic vibration, Equipping an interval of a plane of vibration of said ultrasonic-cleaning means, and a substrate with a fluid supply part which supplies a fluid used for processing of a substrate, said ultrasonic-cleaning means is a substrate cleaning device characterized for said vibrator by a thing of said plane of vibration which it has at the end on the other hand.

[0018]As for said ultrasonic-cleaning means, an invention concerning claim 5 is characterized for said vibrator by a thing of a longitudinal direction of said plane of vibration arranged at the end on the other hand in the substrate cleaning device according to claim 4.

[0019]In the substrate cleaning device according to claim 4 or 5 an invention concerning claim 6, It had a substrate rotation means to make a predetermined hand of cut rotate a substrate for said substrate centering on the vertical axis of rotation, and said ultrasonic-cleaning means has been arranged at a side which approaches the axis of rotation of a substrate of said plane of vibration in said vibrator.

[0020]The operation of this invention is as follows. Here, as for a fluid which a fluid used for processing of a substrate was supplied and filled by interval of a substrate by which relative displacement is carried out, and a plane of vibration of an ultrasonic-cleaning means from a fluid supply part, and was filled by this interval, according to the substrate cleaning device of an invention concerning claim 1, an ultrasonic wave is given by plane of vibration.

[0021]Here, it is required that sufficient washing efficiency should be acquired in the whole region of a plane of vibration. And according to the invention of above-mentioned claim 1, by standing in a row in a plane of vibration, and arranging a divided electrode, in a plane of vibration, it combines with the usual vibration to a fluid, and a progressive wave of supersonic vibration is generated. That is, by impressing a different alternating current drive signal to each divided electrode, oscillation periods differ and a progressive wave occurs. As a result, while being able to move a fluid supplied between a plane of vibration and a substrate, by a progressive wave which moves, efficient particle with a detailed substrate face can fully be removed, and a detergency of the surface of a substrate can be raised.

[0022]A fluid filled in an interval which counters this substrate is not put to the atmosphere, and air, such as air bubbles, is not mixed. Therefore, since ultrasonic vibration energy will be efficiently transmitted to a fluid in the state where it was filled by the above-mentioned interval in this way if supersonic vibration is given, it can fully remove particle with a detailed substrate face, and can raise a detergency of a substrate face.

[0023]Even if a "substrate face" here is a field in which a thin film of a substrate was formed, it may be a field in which a thin film of a substrate is not formed, and any of the upper surface of a substrate and the undersurface may be sufficient as it. That is, a substrate face may be any field except the end face of an edge part of a substrate.

[0024]It is [ anything ] good, if "fluids" here may be any of a penetrant remover of pure water and drug solutions (for example, fluoric acid, sulfuric acid, chloride, nitric acid, phosphoric acid, acetic acid, ammonia, or these hydrogen-peroxide-solution solutions etc.) and is a fluid which can wash a substrate face.

[0025]According to the substrate cleaning device of an invention concerning claim 2, a divided electrode is arranged in parallel and arranged at a longitudinal direction of a plane of vibration. A progressive wave will be acted and made into a longitudinal direction of a plane of vibration by this, and vibrational energy will be transmitted for a long time to a fluid. As a result, particle with a detailed substrate face can fully be removed, and a detergency of a substrate face can be

raised.

[0026]According to the substrate cleaning device of an invention concerning claim 3, a substrate cleaning device may be provided with a substrate rotation means to make a predetermined hand of cut rotate a substrate for a substrate centering on the vertical axis of rotation, and may impress an alternating current drive signal which shifted a phase sequentially from a divided electrode near the axis of rotation of a substrate among said two or more divided electrodes. namely, a direction in which a progressive wave separates from the axis of rotation of a substrate by carrying out like this — in other words, it generates towards an end of a substrate. Therefore, displacement efficiency of a fluid would improve without stagnating in a substrate face, and a fluid in which always fresh supersonic vibration was given will be in contact with a substrate face. As a result, a detergency of a substrate face can be raised further.

[0027]According to the substrate cleaning device of an invention concerning claim 4, an ultrasonic-cleaning means has a vibrator in a one end part of a plane of vibration. As a result, while being able to move a fluid for a progressive wave of supersonic vibration in a plane of vibration, by a progressive wave which moves a plane of vibration, efficient particle with a detailed substrate face can fully be removed, and a detergency of the surface of a substrate can be raised.

[0028]According to the substrate cleaning device of an invention concerning claim 5, it has a vibrator in a one end part of a longitudinal direction of a plane of vibration. As a result, while being able to move a fluid for a progressive wave of supersonic vibration to a longitudinal direction in a plane of vibration, vibrational energy will be transmitted for a long time to a fluid by a progressive wave which moves to a longitudinal direction. As a result, efficient particle with a detailed substrate face can fully be removed, and a detergency of the surface of a substrate can be raised.

[0029]According to the invention concerning claim 6, a substrate cleaning device may be arranged in a vibrator of an ultrasonic-cleaning means at a side close to the axis of rotation of a substrate of a plane of vibration. namely, a direction in which a progressive wave separates from the axis of rotation of a substrate by carrying out like this — in other words, it generates towards an end of a substrate. Therefore, displacement efficiency of a fluid improves, a penetrant remover in which always fresh supersonic vibration was given will be in contact with a substrate face, and a detergency of a substrate face can be raised further.

[0030]

[Embodiment of the Invention]Below, the substrate cleaning device concerning one embodiment of this invention for solving an above-mentioned technical problem is explained in detail with reference to an accompanying drawing. Drawing 1 is a perspective view showing the composition of the principal part of the substrate cleaning device concerning one embodiment of this invention in simple. This substrate cleaning device 1 carries out cleaning by scrubbing of both sides of the wafer (only henceforth a "substrate") after CMP treatment, After removing comparatively big particle, it is a device which carries out cleaning by scrubbing of the upper surface Wa (thin coating film forming face) of the substrate W again, and cleans it ultrasonically and from which comparatively detailed particle is removed. Taking out or carrying in of the substrate W to this substrate cleaning device 1 is suitably performed by the substrate transfer robot etc. which have a hand (H shown in drawing 1 with a two-dot chain line) which carries out adsorption maintenance of the undersurface Wb (a thin coating film forming face is a field of an opposite hand) of the substrate W and which do not illustrate.

[0031]This substrate cleaning device 1, The substrate W. The axis of rotation R. At the center, the hand of cut F. The substrate rotation mechanism 10 and the substrate upper surface Wa which are rotated in the (move direction). The brush washing mechanism 30 for carrying out cleaning by scrubbing of the ultrasonic washing machine style 20 for cleaning ultrasonically, and the substrate upper surface Wa, and the auxiliary liquid feed mechanism 40 which supplies a penetrant remover towards near point O (the center O of the substrate W) where the axis of rotation R of the substrate upper surface Wa and the substrate W crosses, It consists of the control section 50 which controls operation of each mechanism.

[0032]The substrate rotation mechanism 10 is formed in the upper bed part of the axis of

rotation 11 which rotation driving force is transmitted from the rotating driving source which is not illustrated, and rotates in the direction of the hand of cut F, and this axis of rotation 11, and consists of the spin chuck 12 which carries out adsorption maintenance of the substrate undersurface Wb by two or more absorbing holes on the upper surface. By these composition, it can rotate the substrate W now in the direction of the hand of cut F centering on the axis of rotation R vertical to the substrate W, the substrate rotation mechanism 10 carrying out adsorption maintenance of the substrate undersurface Wb. This substrate rotation mechanism 10 is equivalent to the substrate rotation means of this invention.

[0033]Again. The field WF for substrate pairs established so that the ultrasonic washing machine style 20 might counter with the substrate upper surface Wa, The below-mentioned nozzle which a tip part is arranged and supplies penetrant removers, such as pure water, as a fluid in this field WF for substrate pairs, And it has a plane of vibration (VF of below-mentioned drawing 2) which gives supersonic vibration to the penetrant remover which was provided in the field WF for substrate pairs, and was supplied from this nozzle, The ultrasonic cleaning head 21 for giving supersonic vibration to the penetrant remover supplied between the field WF for substrate pairs, and the substrate upper surface Wa, The swinging arm 22 which holds this ultrasonic cleaning head 21 by a one end, and the rocking drive source 24 of the motor etc. which are made to rotate this swinging arm 22 focusing on the arm shaft 23 in a predetermined angle range (rocking), It consists of the rise-and-fall driving sources 25, such as a motor which makes a sliding direction go up and down the ultrasonic cleaning head 21 and the swinging arm 22. The part containing the ultrasonic cleaning head 21 of the above-mentioned ultrasonic washing machine style 20 is equivalent to the ultrasonic-cleaning means of this invention.

[0034]Between the swinging arm 22 and the rocking drive source 24, 24 t of rocking transmission mechanisms which transmit the rotation driving force from the rocking drive source 24 to the swinging arm 22 are established. For example, 24 t of this rocking transmission mechanism is a belt & belt pulley mechanism etc. which consist of a belt over which it was built between 1 set of belt pulleys attached to each of the output shaft of the motor as the rocking drive source 24, and the arm shaft 23, and 1 set of these belt pulleys. Thereby, if the output shaft of the motor as the rocking drive source 24 is rotated, the arm shaft 23 will rotate and the swinging arm 23 will rotate.

[0035]Between the swinging arm 22 and the rise-and-fall driving source 25, 25 t of rise-and-fall transmission mechanisms which change the rotation driving force from the rise-and-fall driving source 25 into the driving force of a sliding direction, and are transmitted to the swinging arm 22 are established. For example, the ball screw axis to which 25 t of this rise-and-fall transmission mechanism was connected pivotable to the output shaft of the motor as the rise-and-fall driving source 25, The structure of a to [ from the swinging arm 22 / the rocking drive source 24 ] is held so that linear movement is possible, and the ball screw mechanism etc. which consist of a move child who screws in a ball screw axis are established. Thereby, if the output shaft of the motor as the rise-and-fall driving source 25 is rotated, a ball screw axis will rotate, a move child will do vertical movement, and the structure of a to [ from the swinging arm 23 / the rocking drive source 24 ] will go up and down.

[0036]By these composition, the ultrasonic washing machine style 20, Reciprocation moving of the treatment position which shows drawing 1 the ultrasonic cleaning head 21 in accordance with the course A2 according to the rocking drive source 24, and the position in readiness located out of the substrate upper surface Wa can be carried out, and vertical movement can be carried out now along with the course A1 and A3 by the rise-and-fall driving source 25. The ultrasonic washing machine style 20 makes the course A1 top go up it, and Namely, next, the interval of the substrate upper surface Wa and the field WF for substrate pairs. After carrying out horizontal migration of the course A2 top in the direction approaching the axis of rotation R of the substrate W, maintaining the state where (it is hereafter considered as the interval D for substrate pairs) is the 2nd large interval D2, a course A3 top is dropped. And the state of a treatment position where the interval D for substrate pairs is the 1st interval D1 about the ultrasonic cleaning head 21 is maintained. Similarly, course A3 is gone up, and after carrying out horizontal migration of the course A2 top in the direction which separates from the axis of



rotation R of the substrate W, the course A1 is descended and it becomes a position in readiness.

[0037]The brush section 31 which has a sponge brush for the brush washing mechanism 30 to carry out cleaning by scrubbing of the substrate upper surface Wa, The swinging arm 32 which holds this brush section 31 pivotable by a one end, It consists of the rocking drive source 34 of the motor etc. which are made to rotate this swinging arm 32 focusing on the arm shaft 33 in a predetermined angle range (rocking), and the rise-and-fall driving sources 35, such as a motor which makes a sliding direction go up and down the brush section 31 and the swinging arm 32. The brush section 31 rotates according to the rotating driving source of the motor etc. which were formed in the swinging arm 32 and which are not illustrated. Between the swinging arm 32 and the rocking drive source 34 and between the swinging arm 32 and the rise-and-fall driving source 35, 34t of rocking transmission mechanisms and 35 t of rise-and-fall transmission mechanisms of the same structure as the ultrasonic washing machine style 20 are established.

[0038]By these composition, like the ultrasonic washing machine style 20, the brush washing mechanism 30 can carry out horizontal migration of the brush section 31 over the substrate upper surface Wa according to the rocking drive source 24, and vertical movement can be carried out now by the rise-and-fall driving source 25. Each movement is controlled so that this brush section 31 and ultrasonic cleaning head 21 do not interfere near center O of the substrate W.

[0039]The auxiliary liquid feed mechanism 40 consists of the auxiliary liquid supply nozzle 41 which supplies a penetrant remover towards near center O on the upper surface Wa of a substrate, the auxiliary liquid piping 42 which sends in a penetrant remover to this auxiliary liquid supply nozzle 41, and the penetrant remover supply source 43 to which this auxiliary liquid piping 42 was connected. The valve 44 for starting / stopping supply of the auxiliary liquid from the auxiliary liquid supply nozzle 41 is infixed in the part in the middle of this auxiliary liquid piping 42.

[0040]The penetrant remover from this auxiliary liquid feed mechanism 40 is supplied to the center O of the substrate W, while the ultrasonic cleaning head 21 which has a nozzle is not located in a treatment position at least. For this reason, the substrate upper surface Wa whole region will always be in the state where a penetrant remover is supplied. However, in order to prevent further desiccation on this upper surface Wa of a substrate, while the substrate W is held on the spin chuck 12, it is always preferred that the penetrant remover is supplied to the substrate upper surface Wa from the auxiliary liquid supply nozzle 41.

[0041]Next, the washing processing operation by the substrate cleaning device 1 which has the above composition is explained briefly. First, in the state where it is located in a position in readiness, the substrate W, with which both sides were washed beforehand is carried in in the substrate cleaning device 1, the ultrasonic cleaning head 21 is laid in the upper surface of the spin chuck 12, and adsorption maintenance is carried out by the hand H of the substrate transfer robot which does not illustrate. Almost simultaneously with adsorption maintenance of the substrate W by this spin chuck 12, a penetrant remover is supplied from the liquid supply nozzle 41 of the auxiliary liquid feed mechanism 40 towards near center O of the substrate W. Next, according to the rotating driving source which the spin chuck 12 which carried out adsorption maintenance of the substrate W does not illustrate, it rotates at high speed and the substrate W rotates in the direction of the hand of cut F centering on the axis of rotation R (substrate rotation process).

[0042]And if the swinging arm 22 rotates and the ultrasonic cleaning head 21 of the ultrasonic washing machine style 20 is moved above the center O of the substrate W by the rocking drive source 24 in accordance with the course A1 and the course A2, a penetrant remover will be supplied from the nozzle of the ultrasonic washing machine style 20 almost simultaneous (penetrant remover supply process).

[0043]Next, along with course A3, the swinging arm 22 descends by the rise-and-fall driving source 25, the ultrasonic cleaning head 21 approaches the substrate upper surface Wa near center O of the substrate W, and ultrasonic cleaning is performed in the treatment position which is the 1st interval D1 (cleaning process). Simultaneously with this cleaning process, just



before or after a cleaning process, cleaning by scrubbing by the brush washing mechanism 20 is performed. As for the revolving speed of the spin chuck 12, 10 to about 1000 rpm is preferred. [0044]And while rotation of the substrate W by the substrate rotation mechanism 10 is suspended, supply of the penetrant remover from the ultrasonic washing machine style 20 is suspended. And while the ultrasonic washing machine style 20 and the brush washing mechanism 30 finally move to a position in readiness through the course A2 and the course A1 from course A3 immediately after suspending supply of the penetrant remover from the auxiliary liquid feed mechanism 40, The substrate W is taken out from the substrate cleaning device 1 by the hand H of the substrate transfer robot which does not illustrate, and washing processing with this substrate processing device 1 to the one substrate W is completed. An operation flow is beforehand set as the control section 50, and the above operation is controlled according to the setting out. After this, it rinses and dries, the last finish is carried out with the following rinsing and dryer, and it is accommodated in the cassette which can two or more sheet accommodate the substrate W.

[0045]Now, next, the ultrasonic cleaning head 21 of the ultrasonic washing machine style 20 used as the characterizing portion of the invention in this application is explained in detail using figures. The sectional view which drawing 2 looked at from the device side which shows the composition of the ultrasonic cleaning head 21 in simple, the sectional view which drawing 3 (a) looked at from the device side of a longitudinal direction, and drawing 3 (b) are the top view. The body part 211 of the square-bar shape in the air where the ultrasonic cleaning head 21 consists of fluoro-resins, such as 4 fluoridation Teflon (registered trademark) (poly tetra fluoroethylene), for example, The diaphragm 212 plate-like [ long ] with the plane view which has the plane of vibration VF in the field WF for the substrate pairs equivalent to the bottom of this body part 211, The vibrator 213 plate-like [ long ] with the plane view to which it is stuck on the upper surface of this diaphragm 212, and supersonic vibration of the diaphragm 212 is carried out in response to the pulse from the ultrasonic wave oscillator 214, It has the tip part NS in the field WF for substrate pairs, and consists of the nozzles 220 and 230 inserted in the longitudinal direction side part of the body part 211. And in respect of [ WF ] for substrate pairs, the plane of vibration VF of the tip part NS of the nozzles 220 and 230, the body part 211 containing NS, and the diaphragm 212 is formed in abbreviated flush.

[0046]The upper and lower sides are formed in a flat surface, and the diaphragm 212 is formed in the rectangular plate shape supported by the body part 211 at the both ends. The diaphragm 212 has the operation which resonates for the ultrasonic wave generated from the vibrator 213, and transmits vibration, and comprises materials, such as quartz, stainless steel, aluminum, SiC, and Tal Tan.

[0047]The vibrator 213 has the piezoelectric element 250, the earth electrode 251 provided almost over the whole surface of the undersurface of the piezoelectric element 250, and two or more divided electrodes 252 provided in the upper surface of the piezoelectric element 250. If a driving signal is given to this divided electrode 252, supersonic vibration will occur in the piezoelectric element 250, and this supersonic vibration will be told to a penetrant remover via the diaphragm 212. It is also possible to instead use like magnetostrictor the supersonic vibration generating element which generates supersonic vibration by other principles as the piezoelectric element 250.

[0048]Drawing 4 is an exploded perspective view of the vibrator 213. The undersurface of the piezoelectric element 250 is covered, the both ends are turned up, and the earth electrode 251 is contacted by the upper surface of the piezoelectric element 250. Two or more divided electrodes 252 of each other are estranged, are installed in the upper surface of the piezoelectric element 250, and are formed in ctenidium shape, respectively. In the example of drawing 4, the two divided electrodes 252a and 252b face mutually, the slit P1 and P2 are formed in the same pitch, and it is installed in the form where the slit P1 and the electrode principal pieces 252c and 252d of the same width as P2 enter. The diaphragm 212 and the vibrator 213 are pasted up with adhesives.

[0049]If an alternating current drive signal is impressed to the divided electrodes 252a and 252b from the ultrasonic wave oscillator 214, the progressive wave of supersonic vibration (deflection

wave) will occur in the plane of vibration VF of the diaphragm 212. That is, two kinds of alternating current drive signals which are the sine waves from which about 90 degrees of phases differ are supplied to the divided electrodes 252a and 252b. It expands and contracts according to the driving signal given to each divided electrode, and the progressive wave which spreads the surface of the diaphragm 212 to one side according to this elasticity generates the portion just under each divided electrodes 252a and 252b of the vibrator 213. That is, in the example of drawing 4, when the phase of an alternating current drive signal is shifted from the divided electrode 252a to the divided electrode 252b, it will continue with the 1st electrode principal piece 252d of the divided electrode 252b from the 1st electrode principal piece 252c of the divided electrode 252a located in the left-hand side in a figure, and a progressive wave will arise to figure Nakamigi.

[0050]The nozzles 220 and 230 which the body part 211 is being fixed to the undersurface of the one end of the above-mentioned swinging arm 22 with the bolt etc. on the square-bar-like upper surface, and insert in the inside of the body part 211, It is connected to the penetrant remover supply source 43 to which the auxiliary liquid piping 42 of the above-mentioned auxiliary liquid feed mechanism 40 was connected via the nozzle piping 221 and 231 which passes along the inside of the swinging arm 22. The valves 222 and 232 for starting / stopping supply of the penetrant remover from the nozzles 220 and 230 are infixed in the part in the middle of the nozzle piping 221 and 231.

[0051]About the hand of cut F whose nozzles 220 and 230 are the move directions of the substrate W to the ultrasonic cleaning head 21, on both sides of the diaphragm 212, the nozzle 220 is arranged at the downstream and the nozzle 230 is arranged at the upstream. The nozzle 220 (since the composition of the nozzle 230 is also the same in addition, explanation is omitted) cuts the side plate 223 (233) set up by the flank of the direction vertical to the move direction F of the substrate W of the body part 211 which supports the diaphragm 212 by a peripheral surface, and is formed. The discharge opening 224 (234) of a penetrant remover is punctured by slit shape at the tip part NS which is the field WF for substrate pairs of the body part 211, and as shown in drawing 3 (b), it is formed in the long picture from the plane of vibration VF of the diaphragm 212.

[0052]And the discharge openings 224 (234) are formed successively by the reservoir 226 (236) via the liquid guidance part 225 (235). The cross-section area is smaller than the cross-section area of the reservoir 226 (236), and the discharge opening 224 (234) is formed. The connecting parts 221a and 221b (231a, 231b) shown in drawing 3 (a) to which the nozzle piping 221 (231) branched in the upper part of this reservoir 226 (236) separate suitably, and are connected.

[0053]Next, the interval space K should just be an interval fulfilled by a penetrant remover, and the 1st interval D1 is usually fully preferably set as about 1-2 mm 3 mm or less. In this one embodiment, setting out of this interval for substrate pairs is performed by the rise-and-fall driving source 25, and as explanation of above-mentioned drawing 1 showed, the interval K for substrate pairs is set as two intervals of the 1st interval D1 and the 2nd interval D2 by the rise-and-fall driving source 25.

[0054]As the size of the ultrasonic cleaning head 21 of the above composition is shown in drawing 3 (a), the center O of the substrate W is located in the one end (left-hand side in a figure) of the plane of vibration VF, and the end Wc of the substrate W counters an another side end (figure Nakamigi side). That is, it is set up cover the somewhat larger range than the radius of the substrate W by the plane of vibration VF.

[0055]While Kaisei of the valves 222 and 232 is carried out with the signal of the control section 50 by the above composition and a penetrant remover is supplied from the nozzles 220 and 230, If the ultrasonic cleaning head 21 approaches to the position from which the interval D for substrate pairs turns into the 1st interval D1, a penetrant remover will be filled in the space (interval space K) inserted into the substrate W and the field WF for substrate pairs. And to the penetrant remover filled in this interval space K, the supersonic vibration from the diaphragm 212 is given and ultrasonic cleaning on the upper surface Wa of a substrate is performed. Here, electric power with a frequency of 400 kHz - 1 MHz is outputted from the ultrasonic wave oscillator 214.

[0056]In that case, the penetrant remover supplied from the nozzle piping 221 and 231 is [ nozzles / 220 and 230 ] full of the cross-section area of the liquid guidance parts 225 and 235 and the reservoirs 226 and 236 by difference first at the longitudinal direction of the reservoirs 226 and 236. And a penetrant remover is flowing down the liquid guidance parts 225 and 235, and a bias is supplied to slit shape from the discharge openings 224 and 234 few at the substrate upper surface Wa.

[0057]Next, the action on the substrate upper surface Wa of a penetrant remover is explained. The interval (henceforth the maximum contiguity interval) of the portion to which the substrate W and the field Wa for substrate pairs are most close is set as 3 mm or less. Here, the usual penetrant remover used for washing on the upper surface Wa of a substrate forms liquid membrane not less than 3 mm thick in a substrate face in general with the surface tension. For this reason, in the interval space K, the interval for substrate pairs is certainly fulfilled by the penetrant remover in a portion of 3 mm or less among the interval space K. Therefore, the ultrasonic vibration energy transmitted to the penetrant remover can fully be maintained, and the detergency of a substrate face can be raised further. However, a centrifugal force is given in the direction which separates from the axis of rotation R by rotation of the substrate W to the penetrant remover on the substrate upper surface Wa, and torque is given in the direction of the hand of cut F of the substrate W. For this reason, the penetrant remover supplied to the substrate upper surface Wa serves as the tendency to flow in the direction which separates from the axis of rotation R, and the direction of the hand of cut F.

[0058]Here, if supply of a penetrant remover is performed only from the downstream of the hand of cut (the move direction) F of the substrate W which is one side, a penetrant remover will be in the state where it does not fill even if it carries out with surface tension into the interval space K. Even if carried out only from the upstream which is another side, if revolving speed is too early, it is not placed between the interval space K by the penetrant remover by the downstream of the plane of vibration VF of the diaphragm 212. In this one embodiment, the upstream and the downstream of the plane of vibration VF of the hand of cut F (the move direction) However, the tip part NS of the nozzles 220 and 230, [ of the diaphragm 212 ] [ of the substrate W ] Since it is surrounded by NS and the plane of vibration VF is formed in the field of the puncturing length of the discharge openings 224 and 234 of the nozzles 220 and 230, the inside of the interval space K can be crossed all over the plane of vibration VF, and can always intervene. That is, a penetrant remover will be supplied from the circumference of abbreviated of the plane of vibration VF, it will always be placed between the interval space K by the penetrant remover with surface tension, and supersonic vibration can fully be given to a penetrant remover.

[0059]it being in the state where the gap which is not full of a penetrant remover and between which it is placed by air produces, for example, if the field WF for substrate pairs of the ultrasonic cleaning head 21 has structural unevenness, however, when the relation between the supply flow rate of a penetrant remover and the revolving speed of the substrate W is appropriate, In this one embodiment, since the field WF for substrate pairs is formed in abbreviated flush, with supply of the penetrant remover in the interval space K, the air in the interval space K is driven out and it is fulfilled by the penetrant remover. Therefore, breakage of the diaphragm 212 can be prevented.

[0060]Since the field in the interval space K does not touch with the atmosphere the penetrant remover filled in this interval space K, it does not have that air, such as air bubbles, mixes. Therefore, since ultrasonic vibration energy will be efficiently transmitted to this penetrant remover if supersonic vibration is given, it can fully remove particle with a detailed substrate face, and can raise the detergency of a substrate face.

[0061]If an alternating current drive signal is supplied to the divided electrodes 252a and 252b in this state, a progressive wave will occur toward the end Wc from the center O of the substrate W in the plane of vibration VF of the diaphragm 212. A penetrant remover vibrates to this progressive wave, and it is moved to the outside of the substrate W, rotating to the hand of cut F. That is, a penetrant remover is eventually discharged outside from the end Wc of the substrate W by a progressive wave. For this reason, while the substrate face Wa is uniformly washed over the whole plane-of-vibration VF, the penetrant remover in the interval space K

flows out and goes to the exterior of the interval space K smoothly, without stagnating in that inside. In that case, resoiling on the upper surface Wa of a substrate can be certainly prevented by generating a progressive wave toward the end Wc from the center O of a substrate. Therefore, the displacement efficiency of the penetrant remover in the interval space K improves, the penetrant remover in which always fresh supersonic vibration was given will be in contact with the substrate face, and the detergency of a substrate face can be raised further. Since it combines with the usual vibration to a fluid in a plane of vibration and the progressive wave of supersonic vibration is generated, the detergency of the surface of a substrate can be raised.

[0062]In the first example of the above, although the same wave-like alternating current drive signal as the divided electrodes 252a and 252b was given, a driving signal which has the frequency characteristic on which the alternating current drive signal made the ingredient with comparatively low frequency and the high ingredient superimpose may be used.

[0063]Although the progressive wave over a penetrant remover is formed in the example of the <second example> above by \*\* which divides an electrode, it is good also as the ultrasonic cleaning head 300 of structure as shown in following drawing 5. The top view in which drawing 5 shows the field WF for substrate pairs of this ultrasonic cleaning head 300, the plane of vibration VF and the tip part NS of a nozzle, and a relation with the substrate W, the side view which looked at drawing 6 (a) from that longitudinal direction, and drawing 6 (b) are the top views seen from that undersurface. In the composition of this drawing 5 thru/or drawing 6, about the same portion as the composition of drawing 2 thru/or drawing 4, that detailed explanation is omitted, and drawing 2 thru/or the same reference mark as each part of drawing 4 are attached and shown.

[0064]In this ultrasonic cleaning head 300, the composition of the vibrator 302 to the diaphragm 301 mainly differs. As shown in drawing 6, this ultrasonic cleaning head 300 has the two vibrators 303 and 304 in the right-and-left-ends part which is a longitudinal direction of the diaphragm 301 as the vibrator 302. The one vibrator 303 comes out with the earth electrode 306 in which the end extended on the upper surface of the piezoelectric element 305, and the electrode 307 provided in the field as for which the piezoelectric element 305 upper surface was vacant by spreading, with is constituted so that it may cover on the undersurface of the piezoelectric element 305 and the piezoelectric element 305. It has composition also with the same vibrator 304 of another side.

[0065]And in generating a progressive wave like the first example by composition of this second example. While using the vibrator 303 near the center O of the substrate W as a shaker, the progressive wave which advances toward the end Wc from the center O of the substrate W can be generated by using the vibrator 304 by the side of the end Wc of the substrate W as an absorption machine. The penetrant remover is in contact with the plane of vibration VF, and the progressive wave excited by supersonic vibration advances in the direction of drawing 6 Nakamigi, and is in the plane of vibration VF. The driving principle of objects, such as a penetrant remover, is used by the ultrasonic motor by such a progressive wave, and the above-mentioned example drives a penetrant remover by the progressive wave of the substrate face Wa.

[0066]And while vibrating the vibrator 303, the load of suitable impedance is connected to the vibrator 304, and a progressive wave is absorbed by performing power generation by vibration of a progressive wave. That is, as shown in drawing 6 (a), the ultrasonic wave oscillator 214 is connected to the vibrator 303, and the circuit 308 which comprises the load resistance 309 and the coil 310 is connected and constituted in the vibrator 304. It may be made to absorb a progressive wave by transposing the mechanical method 304, for example, a vibrator, to an ultrasonic absorption object instead of using the vibrator 304 as an absorption machine.

[0067]According to the above composition, the progressive wave which progresses to the absorption machine side in the about 1 direction from a shaker on the substrate upper surface Wa can be generated. Therefore, while the substrate upper surface Wa is uniformly washed over the whole plane-of-vibration VF, the penetrant remover in the interval space K flows out and goes to the exterior of the interval space K smoothly, without stagnating in the inside. Therefore, the detergency of the surface of a substrate can be raised.

[0068]As mentioned above, although one embodiment of this invention was described, this invention is not limited to an above-mentioned embodiment, and can also be carried out with the gestalt of further others. For example, although he was trying to set the interval D for substrate pairs as the 1st interval D1 by the rise-and-fall driving source 25 as an interval setting-out means, it may be made to fine-adjust the interval D for substrate pairs (D1) further in one embodiment mentioned above by interval setting-out means by which this rise-and-fall driving source 25 is another. That is, while setting the interval D for substrate pairs as 1st about interval D1 roughly by the rise-and-fall driving source 25, it may be made to set the interval D for substrate pairs as the 1st interval D1 precisely by another interval setting-out means.

[0069]In one embodiment mentioned above, although the ultrasonic cleaning head 21 is arranged by the rocking drive source 24 and 24 t of rocking transmission mechanisms fixed during washing processing of the substrate W at the substrate upper surface Wa, linear movement of the ultrasonic cleaning head 21 may be carried out over the substrate upper surface Wa. For example, it may replace with 24 t of rocking transmission mechanisms, and both-way linear movement (rocking) of the ultrasonic cleaning head 21 may be carried out in the direction which separates to the axis of rotation R of the substrate W over the substrate upper surface Wa, and the direction which approaches using a ball screw mechanism etc. which were explained as 25t of rise-and-fall transmission mechanisms.

[0070]In one embodiment mentioned above, although he is trying to arrange one ultrasonic cleaning head radially from the center O of the substrate W, two ultrasonic cleaning heads may be objectively arranged for the center O of the substrate W as a reference point. Each ultrasonic cleaning head generates a progressive wave toward the end Wc from the center O of the substrate W by carrying out like this, and it may be made to move a penetrant remover.

[0071]In one embodiment mentioned above, although the shape of the tip part NS of the nozzle provided in the ultrasonic cleaning head 21 is the slit shape formed in the predetermined direction for a long time, it may be what kind of shape, for example, may be two or more slit shape short openings.

[0072]In a first embodiment mentioned above, although the field WF for substrate pairs is a flat surface which counters almost in parallel with the substrate upper surface Wa, it may be a flat surface which inclines and counters not only to this but to the substrate upper surface Wa, and may be a curved surface projected or dented to the substrate upper surface Wa.

[0073]In one embodiment mentioned above, although pure water is used as a penetrant remover, as long as it is a fluid which can wash a substrate, anything, it may be good, for example, they may be drug solutions, such as fluoric acid, sulfuric acid, chloride, nitric acid, phosphoric acid, acetic acid, ammonia, or these hydrogen-peroxide-solution solutions.

[0074]In one embodiment mentioned above, although it is considered as the fluoro-resin, it has the acidity or alkalinity-proof over a penetrant remover, and a mechanical strength comes out enough, and if construction material, such as the body part 211 of the ultrasonic cleaning head 21, is a certain things, it is [ anything ] good. For example, when a penetrant remover is pure water, it is good also as construction material of metal, such as resin, such as VCM/PVC and an acrylic, or stainless steel, and aluminum, etc. When a penetrant remover is a drug solution, it changes with kinds of the drug solution, but resin, such as a fluoro-resin and VCM/PVC, is mainly applied.

[0075]In one embodiment mentioned above, although he was trying to make it rotate by the spin chuck 12 which carries out adsorption maintenance of the substrate undersurface Wb, holding the substrate W, the substrate rotation mechanism 10, It may be a spin chuck of the pin maintenance type which rotates centering on the axis of rotation R of the substrate W, carrying out pin maintenance of the edge part of the substrate W in the lower part and end face.

[0076]It is or like [ the substrate rotation mechanism 10 contacting the end face of the edge part of the substrate W ] at least three roller pins which rotate focusing on an axis parallel to the axis of rotation R of the substrate W. Especially the substrate rotation mechanism 10 using this roller pin is effective when cleaning both sides of the substrate W ultrasonically, and if the ultrasonic cleaning head 21 is arranged in the position which sandwiches the substrate W, it can clean ultrasonically the whole region of substrate both sides (Wa and Wb) good. A penetrant

remover is temporarily held only for the specified quantity by the ultrasonic cleaning head 21 being used for it according to the first example in such a case, although that field WF for substrate pairs will turn to the ultrasonic cleaning head 21 which washes the substrate undersurface Wb in this case up. For this reason, in the interval space K, a penetrant remover can be filled easily and sufficient supersonic vibration can be given to a penetrant remover. [0077]In one embodiment mentioned above, although the case where the substrate W after CMP treatment is washed is explained, it is not restricted to this, and this invention is large and can be applied also to what washes the substrate W.

[0078]Although the case where a semiconductor wafer is washed as the substrate W is explained in one embodiment mentioned above, This invention is widely applicable to washing of other substrates of various kinds of, such as a glass substrate for liquid crystal displays, a PDP (plasma display panel) board or a glass substrate for magnetic disks, and a ceramic substrate. This invention is applicable also to the shape of the substrate also to the square-shaped board of a square or a rectangle besides the circular board of one embodiment mentioned above.

[0079]In addition, it is possible to perform various design variations within the limits of the matter indicated to the claim.

[0080]

[Effect of the Invention]According to this invention, as explained above, since supersonic vibration will be given and ultrasonic vibration energy will be efficiently transmitted if a fluid is filled in interval space, particle with a detailed substrate face is fully removed, and the effect that the detergency of a substrate face can be raised is done so. While being able to make a fluid able to generate a progressive wave and being able to make it move to it in that case, by the progressive wave which moves, efficient particle with a detailed substrate face can fully be removed, and the detergency of the surface of a substrate can be raised.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-334221  
(P2001-334221A)

(43) 公開日 平成13年12月4日 (2001.12.4)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

B 0 8 B 3/12

B 0 8 B 3/12

B 3 B 1 1 6

C 3 B 2 0 1

1/04

1/04

3/08

3/08

A

7/04

7/04

A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-155530(P2000-155530)

(22) 出願日 平成12年5月26日(2000.5.26)

(71) 出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1

(72) 発明者 平得 貞雄

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

(72) 発明者 坂井 高正

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

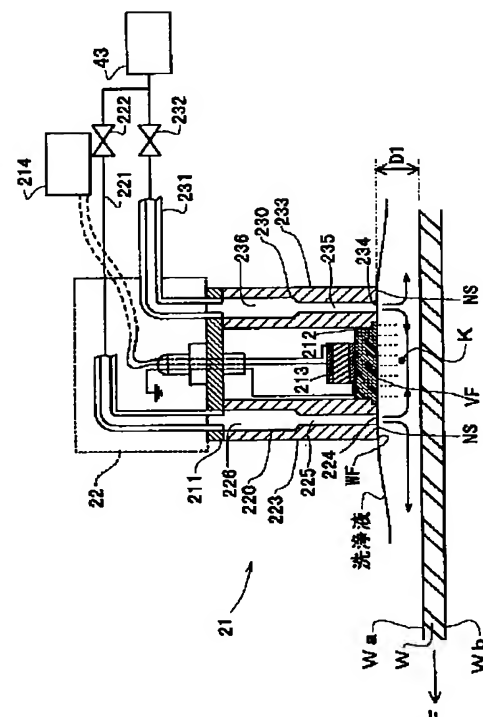
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板洗浄装置

(57) 【要約】

【課題】 基板表面の微細なパーティクルを十分に除去し、基板表面の洗浄力を向上させることが可能な基板洗浄装置を提供する。

【解決手段】 基板Wの回転軸Rを中心として回転させられている基板上面W<sub>a</sub>に超音波洗浄ヘッド21が処理位置である第一の間隔D1で配置される。超音波洗浄ヘッド21は、ノズル220、230より間隙空間Kに供給される洗浄液に対して、基板対向面WF内に設けられた振動面VFが超音波振動を付与する。振動面VFを構成する振動板212に配置される振動子213は、分割電極252a、252bが櫛歯状に交互の並列配置される。そして、位相をずらした交流駆動信号が印加されることで、振動面VFに進行波を発生する。





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 相対移動する基板に間隔を空けて対向配置される振動面と、前記振動面に超音波振動を発生させる振動子を有する超音波洗浄手段と、  
前記超音波洗浄手段の振動面と基板との間隔に、基板の処理に用いられる流体を供給する流体供給部と、を備え、  
前記超音波洗浄手段は、異なる交流駆動信号をそれぞれ受ける複数の分割電極を前記振動面に並列して有することを特徴とする基板洗浄装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の基板洗浄装置において、  
前記複数の分割電極は、振動面の長手方向に並列して配置することを特徴とする基板洗浄装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の基板洗浄装置において、  
前記基板を垂直な回転軸を中心として所定の回転方向に基板を回転させる基板回転手段と、を備え、  
前記複数の分割電極のうち基板の回転軸に近い分割電極から順に、位相をずらした交流駆動信号を印加することを特徴とする基板洗浄装置。

【請求項 4】 相対移動する基板に間隔を空けて対向配置される振動面と、前記振動面に超音波振動を発生させる振動子を有する超音波洗浄手段と、  
前記超音波洗浄手段の振動面と基板との間隔に、基板の処理に用いられる流体を供給する流体供給部と、を備え、  
前記超音波洗浄手段は、前記振動子を前記振動面の一端部に有することを特徴とする基板洗浄装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の基板洗浄装置において、  
前記超音波洗浄手段は、前記振動子を前記振動面の長手方向の一端部に配置することを特徴とする基板洗浄装置。

【請求項 6】 請求項 4 または請求項 5 に記載の基板洗浄装置において、  
前記基板を垂直な回転軸を中心として所定の回転方向に基板を回転させる基板回転手段と、を備え、  
前記超音波洗浄手段は、前記振動子を前記振動面の基板の回転軸に近接する側に配置されたことを特徴とする基板洗浄装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体ウエハ、液晶表示装置用ガラス基板、PDP（プラズマ・ディスプレイ・パネル）基板、あるいは、磁気ディスク用のガラス基板やセラミック基板などのような各種の基板に洗浄処理を施すための基板洗浄装置および基板洗浄方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体装置の製造工程には、半導体ウエハ（以下、単に「基板」という。）の表面に成膜やエッチングなどの処理を繰り返し施して微細パターンを形成していく工程が含まれる。微細加工のためには基板の両面、特に薄膜が形成される基板の一方面（薄膜形成面）を洗浄に保つ必要があるから、必要に応じて基板の洗浄処理が行われる。たとえば、基板の薄膜形成面上に形成された薄膜を研磨剤を用いて化学機械研磨処理（以下、CMP 処理という）した後には、研磨剤（スラリー）が基板両面に残留しているから、このスラリーを除去する必要がある。

【0003】 上述のような従来の基板の洗浄を行う基板洗浄装置は、たとえば、基板を回転させながらその両面に洗浄液を供給しつつ基板の両面をスクラブ洗浄する両面洗浄装置と、基板を回転させながらその両面に洗浄液を供給しつつ基板の一方面（薄膜形成面）をスクラブ洗浄および超音波洗浄する片面洗浄装置と、基板を回転させながらその両面に純水を供給して水洗し、次いで純水の供給を停止させて基板を高速回転させることで基板表面の水分を振り切り乾燥させる水洗・乾燥装置とからなっている。

【0004】 ここで特に、上述の片面洗浄装置には、主に基板表面に固着したパーティクルを除去するために、基板の表面をスポンジブラシによってスクラブ洗浄するブラシ洗浄機構と、主に基板表面に残留する微細なパーティクルを除去するために、基板の表面に向けて超音波が付与された洗浄液を供給する超音波洗浄機構とが備えられ、これらの機構によって、基板表面に付着しているゴミやスラリーなどの微細なパーティクルを除去できるようになっている。

【0005】 そして、上記超音波洗浄機構は、超音波発振器からのパルスを受けて超音波振動する振動板によって洗浄液に超音波を付与し、この超音波が付与された洗浄液を基板表面に向けて吐出する超音波ノズルを備えており、この洗浄液の持つ超音波振動エネルギーによって、微細なパーティクルが基板表面から離脱されて除去できるようになっている。

【0006】 しかしながら、近年の薄膜形成パターンの高精細化に伴って、より微細なパーティクルの除去が必要となってきており、上述した従来の基板洗浄装置の超音波洗浄機構では、このより微細なパーティクルの除去に対応できないという問題が生じていた。すなわち、従来の超音波洗浄機構においては、超音波ノズルの吐出口先端から、実際に超音波が付与された洗浄液が供給される基板表面までの距離（以下、吐出距離という）が大きくされているため、この距離の間に洗浄液に付与された超音波振動エネルギーが減衰してしまっており、基板表面が十分に超音波洗浄されず、より微細なパーティクルを除去できないという問題があった。

【0007】 また、上述の吐出距離の間には、大気中の

空気が洗浄液に混入して気泡となり、この気泡によっても、洗浄液の持つ超音波振動エネルギーが減衰してしまつて、基板表面が十分に超音波洗浄されず、より微細なパーティクルを除去できないという問題もあった。

【0008】しかも、常に適切な量の洗浄液を流す必要があり、特に洗浄液量も多くなるという問題もあった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】このような状況に対して、超音波洗浄機構において洗浄液を大幅に低減して省液化が可能な超音波洗浄装置の一例として、特開平11-138116号公報が提供されている。この従来の超音波洗浄装置には、基板と振動プレート（振動板）との間に表面張力の作用により液膜ができ、この液膜を介して振動プレートからの超音波が基板へ伝達される構成が開示されている。従つて、この液膜の作用により基板の洗浄を行うことができ、しかも、洗浄液の使用量を抑えることができる。

【0010】上記の超音波洗浄装置においては、図7に説明図を示すように超音波洗浄機構110は振動プレート120は基板Wの全体を覆う大きさに形成される。このことによって、移動方向Fに移動する基板Wの表面との間の液膜を形成して超音波を伝達するようになっている。このように超音波を集中させないで広い面積に分散させることは、超音波を一点に集めて基板に作り込まれた回路パターンを破損することに鑑み有効である。しかしながら、近年の薄膜形成パターンの高精細化に伴つて、より微細なパーティクルの除去に対応できないという問題が生じていた。すなわち、超音波を集中させずに洗浄効率を上げることが要望されている。

【0011】特に、基板の裏面の洗浄に際しては、パーティクルの除去能力の向上が必要になるが、このように基板裏面の洗浄をも視野にいと、一層、洗浄効率を上げることが要望される。

【0012】また、振動プレート120が大きくなると基板との間隙内の洗浄液は、その内部に滞留する割合が多くなり、その結果、基板W表面にゴミやスラリーなどの微細なパーティクルが残ってしまい、半導体装置の製造工程において歩留りの低下につながり、大きな問題となっていた。

【0013】そこで、本発明の目的は、上述の技術的課題を解決し、基板表面の微細なパーティクルを十分に除去し、基板表面の洗浄力を向上させることが可能な基板洗浄装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記目的を達成するために、本発明は、相対移動する基板に間隔を空けて対向配置される振動面と、前記振動面に超音波振動を発生させる振動子を有する超音波洗浄手段と、前記超音波洗浄手段の振動面と基板との間隔に、基板の処理に用いられる流体を供給する流体供給部と、を

備え、前記超音波洗浄手段は、異なる交流駆動信号をそれぞれ受ける複数の分割電極を前記振動面に並列して有することを特徴とする基板洗浄装置である。

【0015】請求項2に係る発明は、請求項1に記載の基板洗浄装置において、前記複数の分割電極は、振動面の長手方向に並列して配置することを特徴とする。

【0016】請求項3に係る発明は、請求項1または請求項2に記載の基板洗浄装置において、前記基板を垂直な回転軸を中心として所定の回転方向に基板を回転させる基板回転手段と、を備え、前記複数の分割電極のうち基板の回転軸に近い分割電極から順に、位相をずらした交流駆動信号を印加することを特徴とする。

【0017】請求項4に係る発明は、相対移動する基板に間隔を空けて対向配置される振動面と、前記振動面に超音波振動を発生させる振動子を有する超音波洗浄手段と、前記超音波洗浄手段の振動面と基板との間隔に、基板の処理に用いられる流体を供給する流体供給部と、を備え、前記超音波洗浄手段は、前記振動子を前記振動面の一方端部に有することを特徴とする基板洗浄装置である。

【0018】請求項5に係る発明は、請求項4に記載の基板洗浄装置において、前記超音波洗浄手段は、前記振動子を前記振動面の長手方向の一方端部に配置することを特徴とする。

【0019】請求項6に係る発明は、請求項4または請求項5に記載の基板洗浄装置において、前記基板を垂直な回転軸を中心として所定の回転方向に基板を回転させる基板回転手段と、を備え、前記超音波洗浄手段は、前記振動子を前記振動面の基板の回転軸に近接する側に配置されたことを特徴とする。

【0020】本発明の作用は次のとおりである。ここで、請求項1に係る発明の基板洗浄装置によると、相対移動される基板と超音波洗浄手段の振動面との間隔に、流体供給部から基板の処理に用いられる流体が供給されて満たされ、この間隔に満たされた流体は振動面によって超音波が付与される。

【0021】ここで、振動面の全域において十分な洗浄効率を得られることが要求される。そして、上記請求項1の発明によれば、振動面に並列して分割電極を配置することで、振動面において流体に対して通常の振動に併せて、超音波振動の進行波を発生させる。すなわち、異なる交流駆動信号をそれぞれの分割電極に印加することで、振動周期が異なり進行波が発生する。その結果、振動面と基板との間に供給された流体を移動させることができるとともに、移動する進行波によって効率よく基板表面の微細なパーティクルを十分に除去し、基板の表面の洗浄力を向上させることができる。

【0022】また、この基板に対向する間隔内に満たされた流体は、大気に曝されることがなく、気泡等の空気の混入されることがない。したがって、このように上記

間隔に満たされた状態にある流体は、超音波振動が付与されると効率良く超音波振動エネルギーを伝達されるので、基板表面の微細なパーティクルを十分に除去し、基板表面の洗浄力を向上させることができる。

【0023】なお、ここでいう「基板表面」とは、基板の薄膜が形成された面であっても、基板の薄膜が形成されていない面であってもよく、また、基板の上面、下面のいずれでもよい。すなわち、基板表面とは、基板の周縁部の端面を除いたどの面であってもよい。

【0024】またさらに、ここでいう「流体」とは、純水および薬液（たとえば、フッ酸、硫酸、塩酸、硝酸、リン酸、酢酸、アンモニアまたはこれらの過酸化水素水溶液など）の洗浄液のいずれであってもよく、基板表面を洗浄できる液体であればなんでもよい。

【００２５】請求項２に係る発明の基板洗浄装置によると、分割電極は振動面の長手方向に並列して配置される。このことにより、進行波は振動面の長手方向に作用してし、流体に対してより長く振動エネルギーを伝達することとなる。その結果、基板表面の微細なパーティクルを十分に除去し、基板表面の洗浄力を向上させることができる。

【 0 0 2 6 】 請求項 3 に係る発明の基板洗浄装置によると、基板洗浄装置は基板を垂直な回転軸を中心として所定の回転方向に基板を回転させる基板回転手段を備え、前記複数の分割電極のうち基板の回転軸に近い分割電極から順に位相をずらした交流駆動信号を印加してもよい。すなわち、こうすることにより進行波が基板の回転軸から離れる方向、言い換えると基板の端部に向けて発生する。よって、流体は基板表面に滞留することなく置換効率が向上して、常に新鮮な超音波振動が付与された流体が基板表面に接していることになる。その結果、基板表面の洗浄力をさらに向上させることができる。

【００２７】請求項４に係る発明の基板洗浄装置によると、超音波洗浄手段は、振動子を振動面の一方端部に有する。その結果、振動面において超音波振動の進行波を流体を移動させることができるとともに、振動面を移動する進行波によって効率よく基板表面の微細なパーティクルを充分に除去し、基板の表面の洗浄力を向上させることができる。

【００２８】請求項５に係る発明の基板洗浄装置によると、振動子は振動面の長手方向の一方端部に有する。その結果、振動面において超音波振動の進行波を流体を長手方向に移動させることができるとともに、長手方向に移動する進行波によって流体に対してより長く振動エネルギーを伝達することとなる。その結果、効率よく基板表面の微細なパーティクルを充分に除去し、基板の表面の洗浄力を向上させることができる。

【００２９】請求項６に係る発明によれば、基板洗浄装置は、超音波洗浄手段の振動子を振動面の基板の回転軸に近接する側に配置されてあってもよい。すなわち、こ 50

うることにより進行波が基板の回転軸から離れる方向、言い換えると基板の端部に向けて発生する。よって、流体の置換効率が向上して、常に新鮮な超音波振動が付与された洗浄液が基板表面に接していることになり、基板表面の洗浄力をさらに向上させることができる。

【 0 0 3 0 】

【発明の実施の形態】以下に、上述の技術的課題を解決するための本発明の一実施形態に係る基板洗浄装置を、添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る基板洗浄装置の主要部の構成を簡略的に示す斜視図である。なお、この基板洗浄装置1は、CMP処理後のウェハ（以下、単に「基板」という）の両面をスクラブ洗浄して、比較的大きなパーティクルを除去した後に、基板Wの上面Wa（薄膜形成面）を再度スクラブ洗浄し超音波洗浄して比較的微細なパーティクルを除去する装置である。また、この基板洗浄装置1に対する基板Wの搬出または搬入は、基板Wの下面Wb（薄膜形成面とは反対側の面）を吸着保持するハンド（図1に二点鎖線で示すH）を有する図示しない基板搬送ロボット等によって適宜行われている。

【００３１】この基板洗浄装置１は、基板Ｗを回転軸Ｒを中心に回転方向Ｆ（移動方向）に回転させる基板回転機構１０、基板上面Ｗａを超音波洗浄するための超音波洗浄機構２０、基板上面Ｗａをスクラブ洗浄するためのブラシ洗浄機構３０、および基板上面Ｗａと基板Ｗの回転軸Ｒとが交差する点Ｏ（基板Ｗの中心Ｏ）付近に向けて洗浄液を供給する補助液供給機構４０と、各々の機構の動作を制御する制御部５０とからなっている。

【0032】基板回転機構10は、図示しない回転駆動源から回転駆動力を伝達されて回転方向Fの方向に回転するスピン軸11と、このスピン軸11の上端部に設けられ、基板下面Wbを上面にある複数の吸着孔により吸着保持するスピンチャック12とからなっている。これらの構成により、基板回転機構10は、基板下面Wbを吸着保持しつつ、基板Wに垂直な回転軸Rを中心として回転方向Fの方向に基板Wを回転させることができるようになっている。なお、この基板回転機構10は本発明の基板回転手段に相当する。

【0033】また、超音波洗浄機構20は、基板上面Waと対向するように設けられた基板対向面WF、この基板対向面WF内に先端部が配置されて、流体として純水などの洗浄液を供給する後述のノズル、および、基板対向面WF内に設けられてこのノズルから供給された洗浄液に超音波振動を付与する振動面（後述の図2のVF）を有し、基板対向面WFと基板上面Waとの間に供給された洗浄液に超音波振動を付与するための超音波洗浄ヘッド21と、この超音波洗浄ヘッド21を一方端で保持する揺動アーム22と、この揺動アーム22をアーム軸23を中心として所定の角度範囲で回転（揺動）させる

モータ等の揺動駆動源 24 と、超音波洗浄ヘッド 21 および揺動アーム 22 を上下方向に昇降させるモータ等の昇降駆動源 25 とからなっている。なお、上記超音波洗浄機構 20 の超音波洗浄ヘッド 21 を含む部位が本発明の超音波洗浄手段に相当する。

【0034】なお、揺動アーム 22 と揺動駆動源 24 との間には、揺動駆動源 24 からの回転駆動力を揺動アーム 22 に伝達する揺動伝達機構 24 t が設けられている。たとえば、この揺動伝達機構 24 t は、揺動駆動源 24 としてのモータの出力軸とアーム軸 23 のそれぞれに取りつけられた 1 組のプーリと、この 1 組のプーリ間に掛け渡されたベルトとからなるベルト&プーリ機構などである。これにより、揺動駆動源 24 としてのモータの出力軸を回転させれば、アーム軸 23 が回転し、揺動アーム 23 が回転する。

【0035】また、揺動アーム 22 と昇降駆動源 25 との間には、昇降駆動源 25 からの回転駆動力を上下方向の駆動力に変換して揺動アーム 22 に伝達する昇降伝達機構 25 t が設けられている。たとえば、この昇降伝達機構 25 t は、昇降駆動源 25 としてのモータの出力軸に対して回転可能に接続されたボールネジ軸と、揺動アーム 22 から揺動駆動源 24 に至るまでの構造物を直線移動可能に保持し、ボールネジ軸に螺合する移動子とからなるボールネジ機構等が設けられている。これにより、昇降駆動源 25 としてのモータの出力軸を回転させれば、ボールネジ軸が回転して移動子が上下移動し、揺動アーム 23 から揺動駆動源 24 に至るまでの構造物が昇降する。

【0036】これらの構成により、超音波洗浄機構 20 は、超音波洗浄ヘッド 21 を、揺動駆動源 24 によって経路 A2 に沿って図 1 に示す処理位置と基板上面 Wa 外に位置する待機位置とを往復移動させることができ、また、昇降駆動源 25 によって経路 A1 および A3 に沿って上下移動させることができるようになっている。すなわち、超音波洗浄機構 20 は、経路 A1 上を上昇させ、次に、基板上面 Wa と基板対向面 WF との間隔（以下、基板対向間隔 D とする）が大きい第 2 の間隔 D2 である状態を保ちつつ経路 A2 上を基板 W の回転軸 R に近づく方向に水平移動させた後、経路 A3 上を下降させるようになっている。そして超音波洗浄ヘッド 21 を、基板対向間隔 D が第 1 の間隔 D1 である処理位置の状態を保つ。同様に、経路 A3 を上昇し経路 A2 上を基板 W の回転軸 R から離れる方向に水平移動させた後、経路 A1 を下降して待機位置となる。

【0037】また、ブラシ洗浄機構 30 は、基板上面 Wa をスクラブ洗浄するためのスポンジブラシを有するブラシ部 31 と、このブラシ部 31 を一方端で回転可能に保持する揺動アーム 32 と、この揺動アーム 32 をアーム軸 33 を中心として所定の角度範囲で回転（揺動）させるモータ等の揺動駆動源 34 と、ブラシ部 31 および

揺動アーム 32 を上下方向に昇降させるモータ等の昇降駆動源 35 とからなっている。なお、ブラシ部 31 は、揺動アーム 32 内に設けられた図示しないモータ等の回転駆動源により自転されるようになっている。なお、揺動アーム 32 と揺動駆動源 34 との間、および、揺動アーム 32 と昇降駆動源 35 との間には、超音波洗浄機構 20 と同様な構造の揺動伝達機構 34 t および昇降伝達機構 35 t が設けられている。

【0038】これらの構成により、超音波洗浄機構 20 と同様に、ブラシ洗浄機構 30 は、ブラシ部 31 を、揺動駆動源 24 により基板上面 Wa に沿って水平移動させることができ、また、昇降駆動源 25 により上下移動させることができるようになっている。なお、このブラシ部 31 および超音波洗浄ヘッド 21 が、基板 W の中心 O 付近で干渉しないように、それぞれの移動は制御されている。

【0039】さらに、補助液供給機構 40 は、基板上面 Wa の中心 O 付近に向けて洗浄液を供給する補助液供給ノズル 41 と、この補助液供給ノズル 41 に対して洗浄液を送り込む補助液配管 42 と、この補助液配管 42 が接続された洗浄液供給源 43 とからなっている。また、この補助液配管 42 の途中部には、補助液供給ノズル 41 からの補助液の供給を開始／停止させるためのバルブ 44 が介装されている。

【0040】なお、この補助液供給機構 40 からの洗浄液は、少なくとも、ノズルを有する超音波洗浄ヘッド 21 が処理位置に位置していない間は、基板 W の中心 O に供給されるようになっている。このため、常に、基板上面 Wa 全域は洗浄液が供給される状態となる。ただし、この基板上面 Wa の乾燥をさらに防止するためには、基板 W がスピチャック 12 上に保持されている間は、常に、補助液供給ノズル 41 から基板上面 Wa に洗浄液が供給されているのが好ましい。

【0041】次に、以上の構成を有する基板洗浄装置 1 による洗浄処理動作について簡単に説明する。まず、超音波洗浄ヘッド 21 が待機位置に位置している状態で、図示しない基板搬送ロボットのハンド H によって、予め両面が洗浄された基板 W が基板洗浄装置 1 内に搬入され、スピチャック 12 の上面に載置されて吸着保持される。このスピチャック 12 による基板 W の吸着保持とほぼ同時に、基板 W の中心 O 付近に向けて補助液供給機構 40 の液供給ノズル 41 より洗浄液が供給される。次に、基板 W を吸着保持したスピチャック 12 が図示しない回転駆動源によって高速で回転されて、基板 W が回転軸 R を中心に回転方向 F の方向に回転される（基板回転工程）。

【0042】そして、揺動駆動源 24 によって揺動アーム 22 が回転されて、超音波洗浄機構 20 の超音波洗浄ヘッド 21 が経路 A1 と経路 A2 に沿って基板 W の中心 O の上方に移動されるとほぼ同時に、超音波洗浄機構 2

10

20

30

40

50

0のノズルより洗浄液が供給される（洗浄液供給工程）。

【0043】次に、昇降駆動源25によって経路A3に沿って揺動アーム22が下降されて、超音波洗浄ヘッド21が基板Wの中心O付近の基板上面Waに近接され、第1の間隔D1である処理位置で超音波洗浄が行われる（超音波洗浄工程）。なお、この超音波洗浄工程と同時に、あるいは超音波洗浄工程に前後して、ブラシ洗浄機構20によるスクラブ洗浄が行われる。また、スピンドル12の回転速度は10rpmから1000rpm程度が好ましい。

【0044】そして、基板回転機構10による基板Wの回転が停止されるとともに、超音波洗浄機構20からの洗浄液の供給が停止される。そして最後に、補助液供給機構40からの洗浄液の供給が停止された直後、超音波洗浄機構20とブラシ洗浄機構30が経路A3から経路A2、そして経路A1を経て待機位置へ移動するとともに、図示しない基板搬送ロボットのハンドHによって基板Wが基板洗浄装置1から搬出されて、1枚の基板Wに対するこの基板処理装置1での洗浄処理が終了する。尚、以上の動作は制御部50に予め動作フローが設定され、その設定に従って制御される。この後は、次の水洗・乾燥装置で水洗・乾燥されて最終仕上され、基板Wを複数枚収容可能なカセットに収容される。

【0045】さて、次に、本願発明の特徴部分となる超音波洗浄機構20の超音波洗浄ヘッド21について図を用いて、詳しく説明する。図2は、超音波洗浄ヘッド21の構成を簡略的に示す装置側方から見た断面図、図3(a)は長手方向の装置側方から見た断面図、図3(b)はその平面図である。超音波洗浄ヘッド21は、たとえば、4フッ化テフロン（登録商標）（poly tetra fluoro ethylene）などのフッ素樹脂からなる中空の角棒形状の本体部211と、この本体部211の底面に相当する基板対向面WF内に振動面VFを有する平面視で長尺平板状の振動板212と、この振動板212の上面に貼りつけられ、超音波発振器214からのパルスを受けて振動板212を超音波振動させる平面視で長尺平板状の振動子213と、基板対向面WF内に先端部NSを有し、本体部211の長手方向両側部に挿通されたノズル220、230とからなっている。そして、基板対向面WFではノズル220、230の先端部NS、NSを含む本体部211と振動板212の振動面VFが略面に形成される。

【0046】振動板212は、上下面が平面に形成され、その両端で本体部211に支持される矩形板状に形成される。振動板212は、振動子213から発生する超音波に共振して振動を伝達する作用を有するもので、石英、ステンレス、アルミニウム、SiC、タルタンなどの材料から構成されている。

【0047】振動子213は、圧電素子250と、圧電

素子250の下面のほぼ全面にわたって設けられた接地電極251と、圧電素子250の上面に設けられた複数の分割電極252と、を有している。この分割電極252に駆動信号が与えられると、圧電素子250内に超音波振動が発生し、この超音波振動が振動板212を介して洗浄液に伝えられる。なお、圧電素子250としては、この代わりに磁歪素子のように、他の原理で超音波振動を発生する超音波振動発生素子を用いることも可能である。

【0048】図4は振動子213の分解斜視図である。接地電極251は圧電素子250の下面を覆い、その両端が折返され圧電素子250の上面に接触される。複数の分割電極252は、互いに離間して圧電素子250の上面に設置され、それぞれ櫛歯形状に形成されている。図4の例では、2個の分割電極252a、252bが互いに向き合い、同じピッチでスリットP1、P2が形成されており、そのスリットP1、P2に同じ幅の電極主部252c、252dが入り込む形で設置される。振動板212と振動子213とは例えば接着剤で接着される。

【0049】超音波発振器214から分割電極252a、252bに交流駆動信号を印加すると、振動板212の振動面VFに超音波振動（たわみ波）の進行波が発生する。すなわち、分割電極252a、252bには、90°位相が異なる正弦波である2種類の交流駆動信号が供給される。振動子213の各分割電極252a、252bの真下の部分は、各分割電極に与えられた駆動信号に応じて伸縮し、この伸縮に応じて振動板212の表面を一方に伝播する進行波が発生する。すなわち、図4の例では、交流駆動信号の位相を分割電極252aから分割電極252bにずらすと、図中左側に位置する分割電極252aの1番目の電極主部252cから分割電極252bの1番目の電極主部252dと続いて、図中右へと進行波が生じることとなる。

【0050】本体部211は、角棒状の上面で上述の揺動アーム22の一方端の下面にボルト等によって固定されており、本体部211内を挿通するノズル220、230は、揺動アーム22の内部を通るノズル配管221、231を介して、上述の補助液供給機構40の補助液配管42が接続された洗浄液供給源43に接続されている。また、ノズル配管221、231の途中部には、ノズル220、230からの洗浄液の供給を開始／停止させるためのバルブ222、232が介装されている。

【0051】ノズル220、230は、超音波洗浄ヘッド21に対する基板Wの移動方向である回転方向Fに関して振動板212を挟んで下流側にノズル220が、上流側にノズル230が配置される。ノズル220（尚、ノズル230の構成も同様なので説明を省略する）は、振動板212を周面で支持する本体部211の基板Wの移動方向Fに垂直な方向の側部に立設された側板223



(233)を切削して形成される。本体部211の基板対向面WFである先端部NSには、洗浄液の吐出孔224(234)がスリット状に開孔され、図3(b)に示すように振動板212の振動面VFより長尺に形成されている。

【0052】そして、吐出孔224(234)は液案内部225(235)を介して、液溜部226(236)に連設される。吐出孔224(234)はその断面積が、液溜部226(236)の断面積よりも小さく形成される。この液溜部226(236)の上部にノズル配管221(231)が分岐した図3(a)に示す連結部221a、221b(231a、231b)が適宜、離れて接続される。

【0053】次に、第1の間隔D1は、十分に間隙空間Kが洗浄液で満たされる間隔であればよく、通常3mm以下、好ましくは1~2mm程度に設定される。なお、この一実施形態においては、この基板対向間隔の設定は、昇降駆動源25によって行われており、上述の図1の説明で示したように、昇降駆動源25によって基板対向間隔Kは第1の間隔D1と第2の間隔D2との2つの間隔に設定される。

【0054】また、以上の構成の超音波洗浄ヘッド21の大きさは、図3(a)に示すように、基板Wの中心Oが振動面VFの一方端(図中左側)に位置し、基板Wの端部Wcが他方端(図中右側)に対向する。すなわち、振動面VFで基板Wの半径より少し大きい範囲を覆うように設定されている。

【0055】以上の構成により、バルブ222、232が制御部50の信号により開成されてノズル220、230から洗浄液が供給されるとともに、超音波洗浄ヘッド21が、基板対向間隔Dが第1の間隔D1となる位置まで近接されると、基板Wと基板対向面WFとに挟まれた空間(間隙空間K)に洗浄液が満たされる。そして、この間隙空間Kに満たされた洗浄液に対して、振動板212からの超音波振動が付与され、基板上面Waの超音波洗浄が行われる。ここで、超音波発振器214から400kHz~1MHzの周波数の電力が出力されるようになっている。

【0056】その際、まずノズル220、230ではノズル配管221、231から供給された洗浄液が液案内部225、235と液溜部226、236の断面積に違いにより液溜部226、236の長手方向に充満する。そして、洗浄液は液案内部225、235を流下することで、偏りが少なくスリット状に吐出孔224、234から基板上面Waに供給される。

【0057】次に、洗浄液の基板上面Wa上での挙動について説明する。基板Wと基板対向面Waとが最も近接している部分の間隔(以下、最近接間隔という)は3mm以下に設定される。ここで、基板上面Waの洗浄に用いられている通常の洗浄液は、その表面張力により概ね

3mm以上の厚みの液膜を基板表面に形成する。このため、間隙空間Kのうち、基板対向間隔が3mm以下の部分においては、間隙空間Kは確実に洗浄液に満たされる。したがって、洗浄液に伝達された超音波振動エネルギーを十分に維持することができ、基板表面の洗浄力をさらに向上させることができる。しかしながら、基板上面Wa上の洗浄液には、基板Wの回転によって、回転軸Rから離れる方向に遠心力が、基板Wの回転方向Fの方向に回転力が付与される。このため、基板上面Waに供給された洗浄液は、回転軸Rから離れる方向および回転方向Fの方向に流れようとする傾向となる。

【0058】ここで、洗浄液の供給が一方である基板Wの回転方向(移動方向)Fの下流側のみから行われると、洗浄液は間隙空間K内に表面張力をもってしても満たさない状態となる。また、他方である上流側からのみ行われたとしても、回転速度が早すぎると振動板212の振動面VFの下流側で洗浄液が間隙空間Kに介在されない。しかしながら、この一実施形態においては、振動板212の振動面VFの基板Wの回転方向F(移動方向)の上流側と下流側はノズル220、230の先端部NS、NSで取り囲まれており、また、ノズル220、230の吐出孔224、234の開孔長さの領域内に振動面VFが設けられているので、間隙空間K内は振動面VFの全面に渡り常に介在することができる。即ち、振動面VFの略周囲より洗浄液が供給され、表面張力で間隙空間Kに洗浄液は常に介在されることとなり、洗浄液に超音波振動を十分に付与することができる。

【0059】さらに、洗浄液の供給流量と基板Wの回転速度との関係が適切な場合、たとえば、超音波洗浄ヘッド21の基板対向面WFに構造的凹凸があると洗浄液が充満せず空気が介在する間隙が生じる状態となる、しかしながら、この一実施形態においては、基板対向面WFは略面一に形成されているので、間隙空間K内の洗浄液の供給とともに間隙空間K内の空気が追い出されて洗浄液により満たされる。よって、振動板212の破損を防止することができる。

【0060】また、この間隙空間Kに満たされた洗浄液は、間隙空間K内の領域は大気と触れることはないの、気泡等の空気が混入することない。したがって、この洗浄液は、超音波振動が付与されると効率良く超音波振動エネルギーを伝達されるので、基板表面の微細なパーティクルを十分に除去し、基板表面の洗浄力を向上させることができる。

【0061】また、この状態で交流駆動信号を分割電極252a、252bに供給すると、振動板212の振動面VFに進行波が基板Wの中心Oから端部Wcに向かって発生する。洗浄液は、この進行波に振動され、回転方向Fに回転しつつ基板Wの外側に移動される。すなわち、進行波によって洗浄液が、最終的に基板Wの端部Wcから外側に排出される。このため、振動面VF全体に

わたって万遍なく基板表面W aが洗浄されるとともに、間隙空間K内の洗浄液は、その内部に滞留することなく円滑に間隙空間Kの外部に流れ出て行く。その際、進行波が基板の中心Oから端部W cに向かって発生されることにより、基板上面W aの再汚染を確実に防止できる。したがって、間隙空間K内における洗浄液の置換効率が向上し、常に新鮮な超音波振動が付与された洗浄液が基板表面に接していることとなり、基板表面の洗浄力をさらに向上させることができる。また、振動面において流体に対して通常の振動に併せて、超音波振動の進行波を発生させるので、基板の表面の洗浄力を向上させることができる。

【0062】なお、上記第一の実施例においては、分割電極252 a、252 bに同じ波形の交流駆動信号を付与したが、交流駆動信号が比較的周波数の低い成分と高い成分とを重畳させた周波数特性を有するような駆動信号を使用してもよい。

【0063】<第二の実施例>上記の実施例においては洗浄液に対する進行波を電極を分割することで形成しているが、次の図5に示すような構造の超音波洗浄ヘッド300としてもよい。図5は、この超音波洗浄ヘッド300の基板対向面W F、振動面V F、およびノズルの先端部N Sと、基板Wとの関係を示す平面図、図6 (a)はその長手方向から見た側面図、図6 (b)はその下面から見た平面図である。なお、この図5乃至図6の構成において、図2乃至図4の構成と同様な部分については、その詳細な説明を省略し、図2乃至図4の各部と同一の参照符号を付して示す。

【0064】この超音波洗浄ヘッド300においては、振動板301に対する振動子302の構成が主に異なる。図6に示すように、この超音波洗浄ヘッド300は、振動子302として振動板301の長手方向である左右端部に2個の振動子303、304を有している。1つの振動子303は、圧電素子305と、圧電素子305の下面に覆うようにそしてその端部が圧電素子305の上面に延在された接地電極306と、圧電素子305上面の空いた面に広がって設けられた電極307と、でもって構成される。他方の振動子304も同様の構成を有する。

【0065】そして、この第二の実施例の構成によって第一の実施例と同様に進行波を発生させる場合には、基板Wの中心Oに近い振動子303を加振器として用いるとともに、基板Wの端部W c側の振動子304を吸振器として用いることによって、基板Wの中心Oから端部W cに向かって進行する進行波を発生させることができる。洗浄液は、振動面V Fに接しており、振動面V Fには超音波振動によって励起された進行波が図6中右方向に進行している。このような進行波により洗浄液等の物体の駆動原理は、超音波モータで利用されており、上記実施例は洗浄液を基板表面W aの進行波によって駆動

する。

【0066】そして、振動子303を振動させるとともに、振動子304には適切なインピーダンスの負荷を接続し、進行波の振動による発電を行うことによって進行波を吸収する。すなわち、図6 (a)に示すように、振動子303には超音波発振器214が接続され、振動子304には負荷抵抗309とコイル310で構成される回路308を接続して構成する。なお、振動子304を吸振器として用いる代わりに、機械的な方法、例えば振動子304を超音波吸収体に置き換えることによって進行波を吸収するようにしてもよい。

【0067】以上の構成によれば、基板上面W a上を加振器から吸振器側にほぼ一方向に進む進行波を発生させることができる。よって、振動面V F全体にわたって万遍なく基板上面W aが洗浄されるとともに、間隙空間K内の洗浄液は、その内部に滞留することなく円滑に間隙空間Kの外部に流れ出て行く。よって、基板の表面の洗浄力を向上させることができる。

【0068】以上、この発明の一実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、さらに他の形態で実施することもできる。たとえば、上述した一実施形態においては、間隔設定手段としての昇降駆動源25によって基板対向間隔Dを第1の間隔D1に設定するようにしていたが、この昇降駆動源25とは別の間隔設定手段によって、さらに基板対向間隔D (D1)を微調節するようにしてもよい。すなわち、昇降駆動源25によって基板対向間隔Dを第1の間隔D1近傍に大まかに設定するとともに、別の間隔設定手段によって基板対向間隔Dを第1の間隔D1に精密に設定するようにしてもよい。

【0069】さらに、上述した一実施形態においては、基板Wの洗浄処理中に、揺動駆動源24および揺動伝達機構24 tによって、超音波洗浄ヘッド21は基板上面W aに固定的に配置されるが、超音波洗浄ヘッド21を基板上面W aに沿って直線移動させるものであってもよい。たとえば、揺動伝達機構24 tに代えて、昇降伝達機構25 tとして説明したようなボールネジ機構などを用い、基板上面W aに沿って基板Wの回転軸Rに対して離れる方向および近づく方向に超音波洗浄ヘッド21を往復直線移動 (揺動) させてもよい。

【0070】さらに、上述した一実施形態においては、超音波洗浄ヘッドを基板Wの中心Oから半径方向に1個配置するようにしているが、基板Wの中心Oを基点として対称的に2個の超音波洗浄ヘッドを配置してもよい。こうすることでそれぞれの超音波洗浄ヘッドが基板Wの中心Oから端部W cに向かって進行波を発生させ、洗浄液を移動させるようにしてもよい。

【0071】さらに、上述した一実施形態において、超音波洗浄ヘッド21に設けられたノズルの先端部N Sの形状は所定方向に長く形成されたスリット状である



が、いかなる形状であってもよく、たとえば、複数の短いスリット状の開口であってもよい。

【0072】さらに、上述した第一の実施形態において、基板対向面WFは、基板上面Waとほぼ平行に対向する平面であるが、これに限らず、基板上面Waに対して傾斜して対向する平面であってもよいし、基板上面Waに対して突出したり凹んだりした曲面であってもよい。

【0073】なお、上述した一実施形態において、洗浄液として純水を用いているが、基板を洗浄可能な液体であればなんでもよく、たとえば、フッ酸、硫酸、塩酸、硝酸、リン酸、酢酸、アンモニアまたはこれらの過酸化水素水溶液などの薬液であってもよい。

【0074】また、上述した一実施形態において、超音波洗浄ヘッド21の本体部211などの材質はフッ素樹脂としているが、洗浄液に対する耐液性を有し、機械的強度が十分であるものであれば何でもよい。たとえば、洗浄液が純水である場合には、塩化ビニルやアクリルなどの樹脂、またはステンレスやアルミニウムなどの金属等の材質としてもよい。また、洗浄液が薬液である場合には、その薬液の種類によって異なるが、主に、フッ素樹脂や塩化ビニル等の樹脂が適用される。

【0075】また、上述した一実施形態において、基板回転機構10は、基板下面Wbを吸着保持するスピンチャック12によって、基板Wを保持しつつ回転させるようにしていたが、基板Wの周縁部をその下方および端面でピン保持しつつ基板Wの回転軸Rを中心に回転するピン保持式のスピンチャックであってもよい。

【0076】あるいは、基板回転機構10は、基板Wの周縁部の端面に当接しつつ基板Wの回転軸Rに平行な軸を中心に回転する少なくとも3つのローラピンのようなものであってもよい。このローラピンを用いた基板回転機構10は、特に、基板Wの両面を超音波洗浄する場合に有効であり、超音波洗浄ヘッド21を基板Wを挟む位置に配置すれば、基板両面(WaおよびWb)の全域を良好に超音波洗浄できる。なお、この場合、基板下面Wbを洗浄する超音波洗浄ヘッド21は、その基板対向面WFが上方に向いてしまうが、このような場合には、第一実施例により超音波洗浄ヘッド21を用いることで、洗浄液が所定量だけ一時的に保持される。このため、間隙空間K内に洗浄液を容易に満たすことができ、洗浄液に対して十分な超音波振動を付与することができる。

【0077】また、上述した一実施形態においては、CMP処理後の基板Wを洗浄する場合について説明しているが、これに限られるものではなく、本発明は、広く、基板Wを洗浄するものに対しても適用することができる。

【0078】さらに、上述した一実施形態においては、基板Wとして半導体ウエハを洗浄する場合について説明しているが、本発明は、液晶表示装置用ガラス基板、P

DP（プラズマ・ディスプレイ・パネル）基板、あるいは、磁気ディスク用のガラス基板やセラミック基板などのような他の各種の基板の洗浄に対して広く適用することができる。また、その基板の形状についても、上述した一実施形態の円形基板の他、正方形や長方形の角型基板に対しても、本発明を適用することができる。

【0079】その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲内で種々の設計変更を施すことが可能である。

【0080】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、流体が間隙空間に満たされると、超音波振動が付与され効率良く超音波振動エネルギーを伝達されるので、基板表面の微細なパーティクルを十分に除去し、基板表面の洗浄力を向上させることができるという効果を奏する。その際、流体に進行波を発生させ移動させることができるとともに、移動する進行波によって効率よく基板表面の微細なパーティクルを十分に除去し、基板の表面の洗浄力を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る基板洗浄装置の主要部の構成を簡略的に示す斜視図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る基板洗浄装置の超音波洗浄ヘッドの基板対向面、振動面、およびノズルの先端部と、基板との関係を示す装置側方から見た断面図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る超音波洗浄ヘッドの構成を簡略的に示す図で、図3(a)は長手方向側方から見た断面図、図3(b)は下面から見た平面図である。

【図4】本発明に一実施形態に係る振動子の分解斜視図である。

【図5】本発明に係る他の実施形態に係る超音波洗浄ヘッドの基板対向面、振動面、およびノズルの先端部と、基板との関係を示す装置側方から見た断面図である。

【図6】本発明の他の実施形態に係る超音波洗浄ヘッドの構成を簡略的に示す図で、図6(a)は長手方向側方から見た断面図、図6(b)は下面から見た平面図である。

【図7】従来の洗浄装置の説明図である。

【符号の説明】

10 基板回転機構（基板回転手段）

11 スピン軸

12 スピンチャック

20、110 超音波洗浄機構

21、300 超音波洗浄ヘッド（超音波洗浄手段）

211 本体部

212、301 振動板

213、302、303、304 振動子

250、305 圧電素子

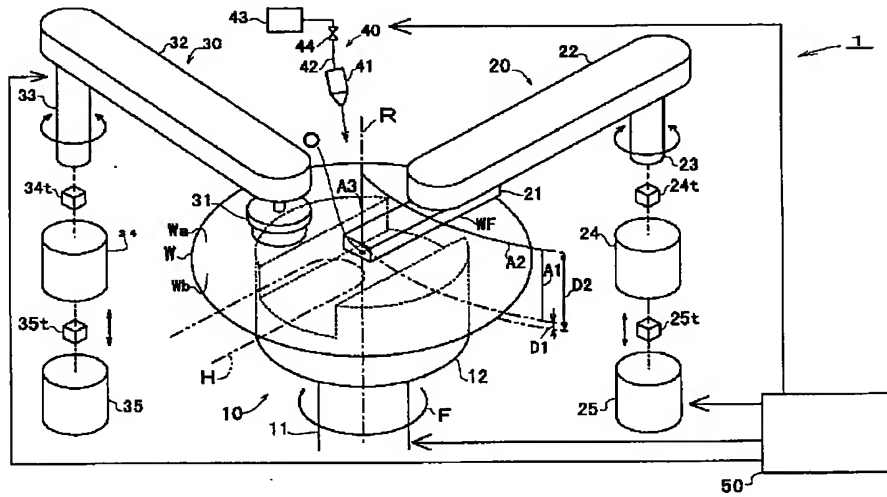
251、306 接地電極

252、252a、252b 分割電極  
 307 電極  
 214 超音波発振器  
 30 ブラシ洗浄機構  
 40 補助液供給機構  
 41 補助液供給ノズル  
 42 補助液配管  
 43 洗浄液供給源  
 44 バルブ  
 A1、A2、A3 基板対向面の経路  
 D 基板対向間隔  
 D1 第1の間隔  
 D2 第2の間隔

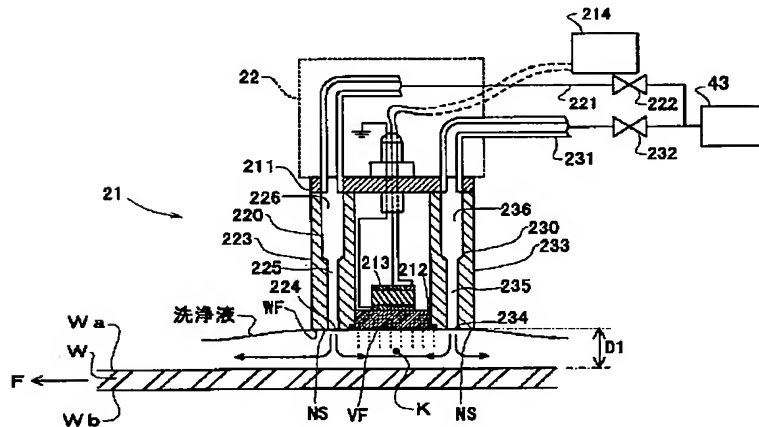
\* F 回転方向 (移動方向)  
 K 間隙空間  
 220、230 ノズル  
 NS ノズルの先端部  
 O 基板の中心  
 R 基板の回転軸  
 VF 振動面  
 W 基板  
 Wa 基板上表面  
 Wb 基板下面  
 Wc 基板端部  
 WF 基板対向面

\*

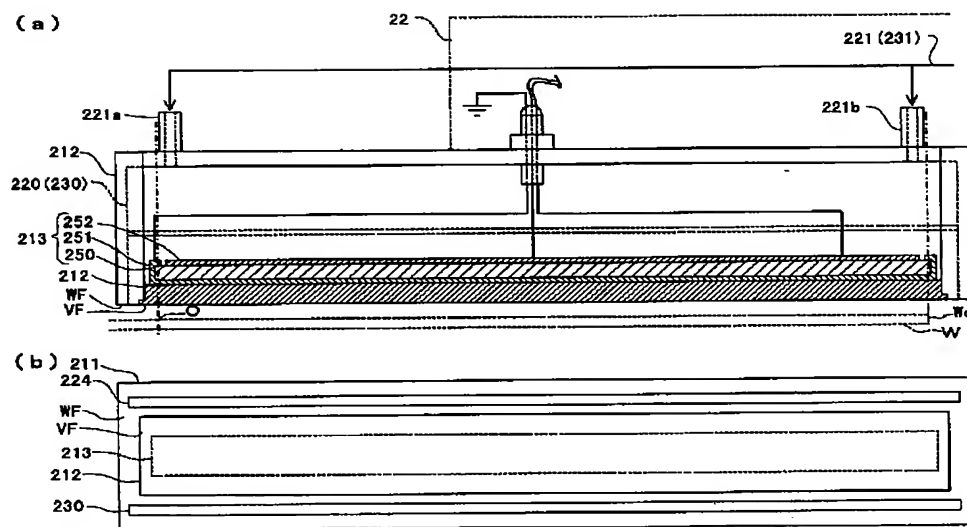
【図1】



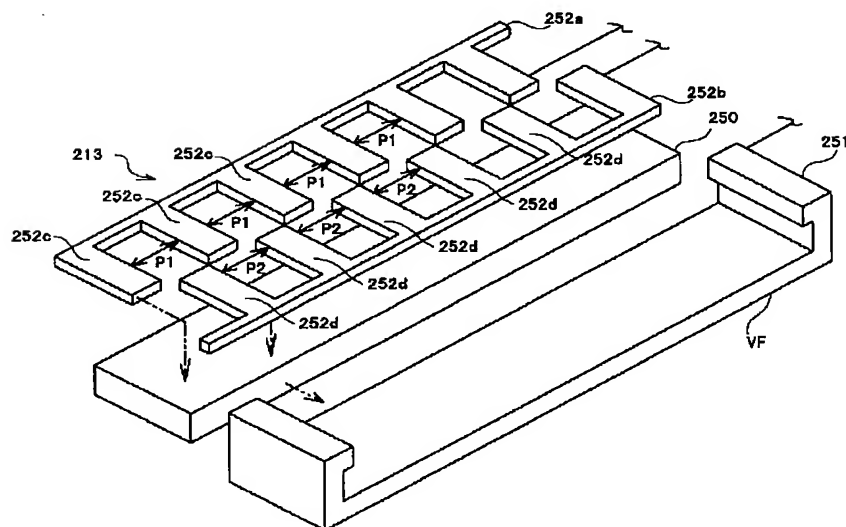
【図2】



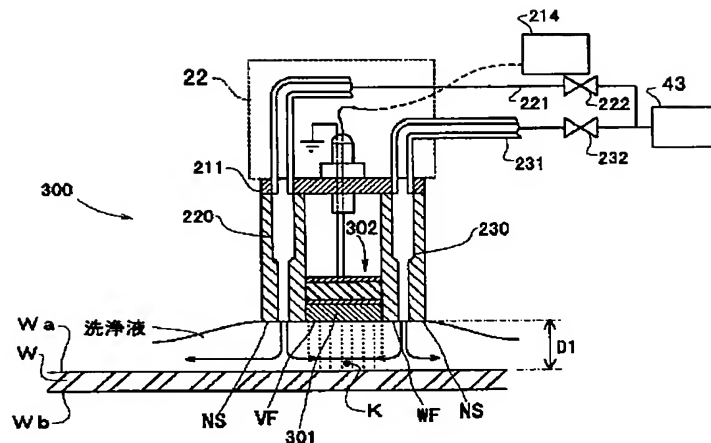
【図 3】



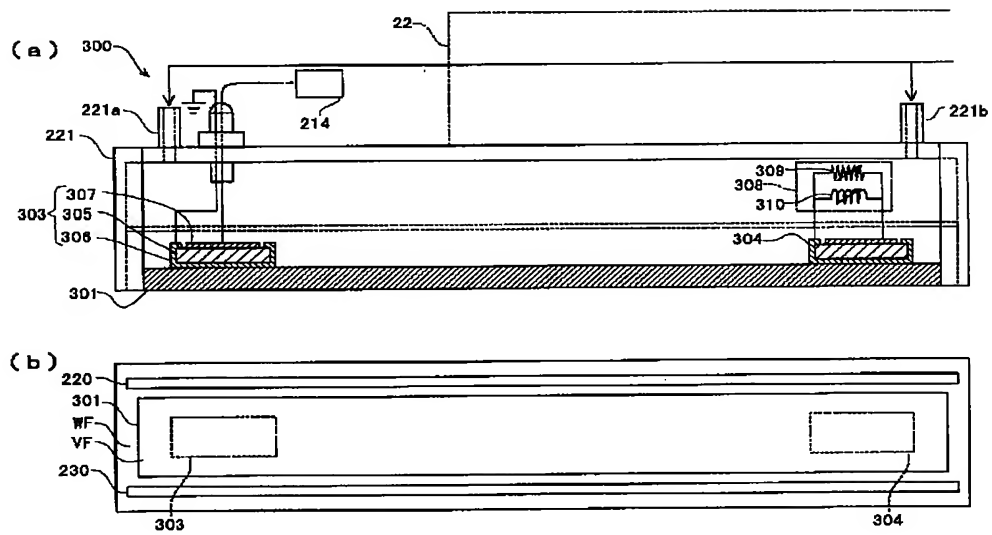
【図 4】



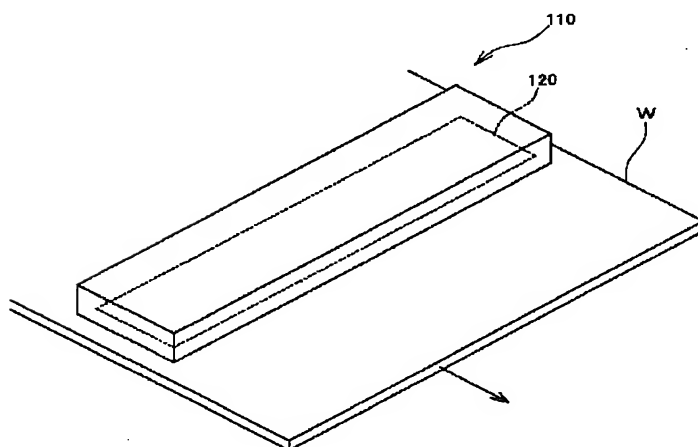
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターマコード' (参考)
H 0 1 L 21/304	6 4 3	H 0 1 L 21/304	6 4 3 A
			6 4 3 D

F ターム(参考) 3B116 AA03 AB23 AB34 AB47 BA02  
 BA13 BB22 BB84 BB85 CC01  
 CC03  
 3B201 AA03 AB23 AB34 AB47 BA02  
 BA13 BB22 BB84 BB85 BB92  
 BB93 BB96 CC01 CC11